

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫМ ПРОЦЕССОМ В РЕГИОНЕ

Соболева О. Н.

кандидат экономических наук, заведующий кафедрой государственного и муниципального управления, Вятский государственный университет (Россия), 610000, Россия, г. Киров, ул. Московская, д. 36, soboleva@vyatsu.ru

УДК 338.24(1-3)
ББК 65.050.22-551

Цель. Формирование модели управления инновационным процессом в регионе

Методология. Определены проблемы управления социально-экономическим развитием территорий на примере Кировской области, сформирован механизм функционирования региональной инновационной системы, проведена оценка влияния факторов на формирование валового регионального продукта на основе системно-динамической модели.

Результаты. Проведена оценка влияния факторов на развитие инноваций в регионе за различные временные периоды, сделан сравнительный анализ показателей инновационной активности, дана оценка развития инновационной активности исследуемого региона.

Научная новизна. Разработана системно-динамическая модель влияния факторов на валовой региональный продукт, на основе модели экспоненциального роста определена динамика инновационной активности региона в плановом периоде.

Ключевые слова: валовой региональный продукт, динамическая модель, линейная функция, региональная политика, социально-экономическое развитие, инновационный процесс, инновационная система, регион, экономический рост, факторы инновационной активности.

SIMULATION MODEL OF THE REGIONAL INNOVATIVE PROCESS MANAGEMENT

Soboleva O. N.

Candidate of Economics, Head of Public and Municipal Management Department, Vyatka State University (Russia), 36, Moskovskaya str., Kirov, Russia, 610000, soboleva@vyatsu.ru

Purpose. To develop an innovative process management model in a region.

Methodology. Management problems of territorial socio-economic development, exemplified by the Kirov region, are identified, mechanism of the regional innovation system functioning is formed, the impact of factors on the formation of gross regional product based on a system-dynamic model is assessed.

Results. The influence of factors on the innovation development in the region over different periods of time is assessed, innovation activity indicators are analyzed, the innovative activity development in the region under research is estimated.

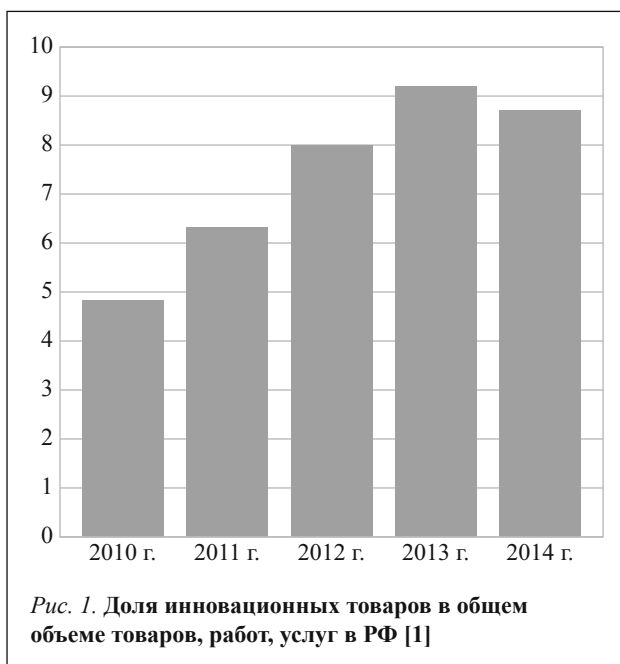
Scientific novelty. A system-dynamic model of the factors influence on the gross regional product is elaborated, based on exponential growth model the innovative activity dynamics in the region in the target period is identified.

Key words: gross regional product, dynamic model, linear function, regional policy, social-economic development, innovative process, innovation system, region, economic growth, innovation activity factors.

Современные тенденции развития мировой экономики указывают на возрастающее воздействие научно-технической и инновационной деятельности на темпы экономического роста. Именно инновационная деятельность способна обеспечить устойчивое развитие

социоэколого-экономических региональных систем за счёт выпуска конкурентоспособной наукоёмкой продукции и оказываемых услуг [1, с. 200–203].

В результате ситуация общемировой экономической нестабильности способствует решению проблемы



в переориентации российской экономики, которая будет ориентирована на стимулирование инновационного роста и научно-технических достижений предприятий и организаций расположенных на территории. Поэтому дальнейшее развитие должно основываться на разработке высокотехнологичных исследований, производств и инноваций, именно они должны стать главной движущей силой экономики[2].

В управлении социально-экономическим развитием территорий регионы используют различные подходы и системы подготовки принятия управленческих решений. Часть таких подходов, как концепции, региональные программы, информационные системы и прочие базируются на известных моделях регионального управления, сформированных крупнейшими научными школами экономики и менеджмента. Теоретические и методологические положения в области управления инновационным процессом нашли отражение в работах А. И. Алтухова, С. В. Валдайцева, В. А. Иванова, Д. И. Кокурина, В. И. Нечаева, А. И. Трубилина, И. Т. Трубилина, С. А. Самоволовой, И. С. Санду, Ш. Т. Сафина, В. Н. Суязова, Л. Н. Тэпман, И. Г. Ушачева и др. Изучение понятий, характеризующих инновационную деятельность, изложено в трудах Л. Я. Аврашкова, Ю. П. Балацкого, Ф. Ф. Бездудного, В. В. Жирикова, В. Г. Медынского, М. В. Мясникович, О. А. Нечаевой, А. И. Пригожина, Г. А. Смирновой, Д. М. Степаненко, А. Л. Суворовой, Р. А. Фатхутдинова, Л. Г. Шаршуква, Й. Шумпетера и других учёных. Существенный вклад в методологию исследования инновационного

процесса внесли Э. П. Амосёнок, К. В. Балдин, Р. И. Гильманова, Р. Я. Костерова, С. А. Кузнецов, П. А. Макарова, О. С. Москвина, М. А. Рязанов, Н. А. Флуд, Д. В. Чайковский.

В настоящее время уделяется значительное внимание проблемам управления инновациями развития и до настоящего времени ряд концептуальных, методологических и методических аспектов данной проблематики остается неизученным.

Инновационный подход в развитии экономических систем требует совершенно новых подходов в принятии управленческих решений, т.к. доля инновационных товаров в общем объеме всех производимых товаров, работ, услуг ежегодно имеет тенденцию к увеличению до 2013 года, затем в 2014 году происходит сокращение данного показателя (рис. 1).

Так же наблюдается сокращение темпов роста производства инновационных товаров и в 2014 году достигает уровня темпов прироста всех производимых товаров и услуг. Наиболее стремительно снижение наблюдается в показателе прироста ВВП России. Существенное влияние на создавшуюся ситуацию в экономике России оказывает снижением доли населения с доходами ниже прожиточного минимума, и данная проблема бедности до сих пор остается актуальной практически для всех регионов России, особенно

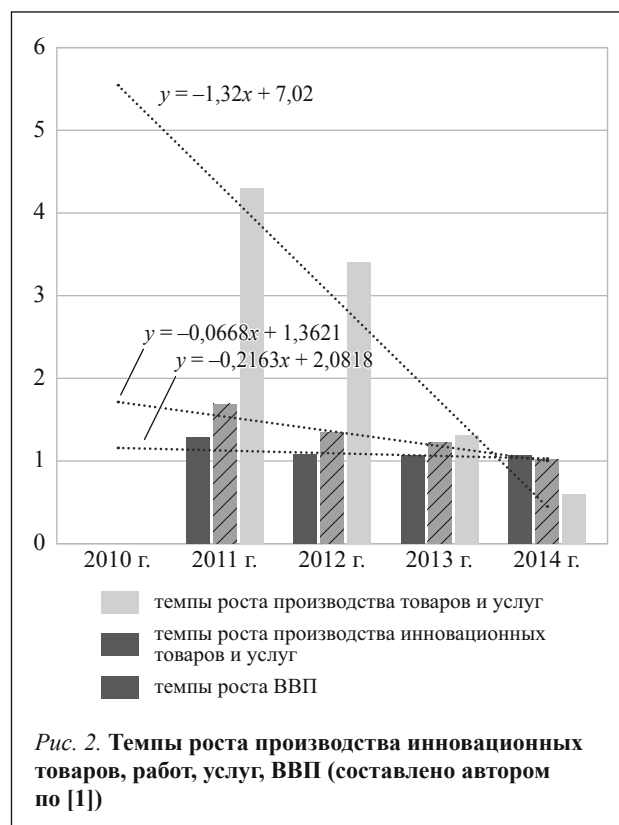


Табл. 1. Показатели инновационной активности Кировской области

Показатели	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Изменение 2010 к 2014 г., %
Объем выполненных научно-технических работ, млн рублей	889,6	1019,8	1249,6	1284,0	1524,9	171,41
Выдано патентов на изобретения	74	49	55	75	76	102,7
Численность персонала, занятого исследованиями и разработками (на конец года), чел.	1615	1707	1795	1683	1804	111,7
Внутренние затраты на исследования и разработки, млн руб.	849,7	901	1095,9	1077,6	1362,4	160,34
Затраты организаций на технологические инновации млн руб.	877,5	1983	3090,5	3107,7	2777,5	316,52
Отгружено инновационных товаров, работ, услуг	6965,5	9360,7	9962,5	9593,3	11238,2	161,34
ВРП, млн руб.	172352	195269	208505	224726	225600	130,89

Составлено автором

имеющих статус дотационных. В частности таким регионом выступает Кировская область, входящая в состав Приволжского федерального округа. Исторически сложилось, что на протяжении 21 года, начиная с 1992 года, регион имеет дефицит бюджета и вынужден жить за счет помощи выше стоящего бюджета. В этих условиях необходим новый инновационный подход к управлению имеющегося потенциала региона для выхода из создавшегося социально-экономического положения.

Процесс преодоления кризиса сопряжен с инновационной деятельностью, которая способствует развитию принципиально новых способов экономического развития экономической системы, за счет создания и внедрения новых технологий и организации производства. Развитие инновационной деятельности в регионе – это довольно сложный процесс, который требует стабильного ресурсного обеспечения производства, освоение новых рынков сбыта, постоянное повышение конкурентоспособности продукции, устойчивому финансовому функционированию, государственная поддержка и т.д.

Условия и факторы сегодняшнего дня способствуют преобразованию единичных инноваций в поток, которые оказывают колоссальное влияние на всю социально-экономическую жизнь общества. В результате увеличения числа инноваций возникает неопределенность будущего, что в свою очередь приводит к уменьшению его прогнозируемости и сокращению горизонта планирования различных социально-экономических мероприятий. В результате воздействия нерегулируемых факторов долгосрочные прогнозы не сбываются и, следовательно, теряют свой прежний смысл. В настоящее время продолжает происходить пересмотр прежних стратегических ценностей, однако

новой стройной теории стратегического планирования пока не предложено [3].

Невозможность осуществления долгосрочных прогнозов, на наш взгляд, непосредственно связана с феноменом инноваций, которые по своей природе приводят к возникновению новых возможностей развития. Фактически каждая инновация означает бифуркацию траектории движения системы. Между тем каждая альтернатива развития со временем сама бифурцирует и порождает дополнительные разветвления, которое в литературе получило название «поваленного фигового дерева» [4].

Экономический рост региона можно измерить приростом валового регионального продукта (ВРП). Анализ показал, что динамика результирующего показателя деятельности региона (ВРП) демонстрирует экспоненциальный рост во времени, что характерно для поведения систем с циклом положительной обратной связи.

Кировская область занимает 41 место по уровню инновационной активности. В 2014 году инновационной деятельностью в Кировской области занимались 49 организаций (9,4%), при этом основная часть приходилась на промышленное производство. Большинство этих организаций осуществляли технологические инновации, из них 28 – в промышленном производстве. Объем отгруженной инновационной продукции составил 10,9 млрд. рублей, из него 65,7% – усовершенствованная продукция, 34,3% – вновь введенная. Преобладающая доля (76,4%) отгруженной инновационной продукции была поставлена на экспорт, при этом 97,6% было направлено в страны вне СНГ. Организации разработали 221 совместный проект по выполнению исследований и разработок, из них 202 осуществлялись в России, 19 – в других странах.

В 2014 году организации израсходовали на технологические инновации 2,8 млрд. рублей, основная доля пришлась на организации промышленного производства (2,2 млрд. рублей или 78,8%). Затраты на приобретение машин и оборудования составили 35,3%. Основным источником финансирования инноваций служат собственные средства организаций (73,6%) (табл. 1).

В рамках реализации мероприятий региональной политики в долгосрочном периоде был разработан инструментарий оценки влияния инновационной активности на развитие экономики региона на среднесрочную и долгосрочную перспективу. Таким инструментом выступает региональная имитационная модель, которая позволяет оценить эффективность инновационной активности различных управленческих решений на территории и выбрать оптимальный вариант сценарного подхода [5].

Для объяснения механизма функционирования региональной инновационной системы и оценки влияния характеристик инновационной системы на региональное развитие была разработана системно-динамическая модель, концептуальная схема которой приведена на рис. 3.

Предлагаемая модель включает несколько блоков соответствующие взаимосвязи субъектов инновационного процесса.

Здесь мы используем следующие данные (в терминах Росстата):

- внутренние затраты на научные исследования и разработки ($Z_{нир}$);
- затраты на технологические инновации ($Z_{ти}$);
- численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками (ЧЗ);
- число поданных заявок на выдачу патентов (П);

- число созданных и используемых передовых производственных технологий (ПТ);

- валовой региональный продукт (ВРП).

В формировании ВРП принимают участие отрасли, которые занимаются производством рыночных товаров и услуг, и так же отрасли производящие не рыночные услуги, принимающие участие в научно-исследовательской деятельности (НИР). Цикл предлагаемой нами модели начинается с финансирования инновационной деятельности, а именно – с затрат на НИР. Затраты на НИР включают в себя затраты на оплату труда занятых в сфере исследований и разработок. К затратам на научно-исследовательские работы в предыдущем периоде $Z_{нир, t-1}$ суммируется прирост затрат на научно-исследовательские работы $\Delta Z_{нир, t}$ в результате мы получаем общую сумму затрат на научно-исследовательские работы в текущем периоде $Z_{нир, t}$. В формировании суммы общих затрат OZ_t принимают участие прочие затраты ЗПР. Таким образом, мы закладываем в модель расчет численности занятых ЧЗ, в сфере исследований и разработок как функцию от затрат на НИР. Результат исследований и разработок выступают новые знания, которые мы оцениваем на основании число созданных технологий и патентов P_t .

На конечный результат оказывает воздействие множество факторов. Здесь мы остановимся на трех основных моментах. В литературе [6] для моделирования количества производимых знаний часто используется производственная функция типа Кобба-Дугласа, причем эмпирически возможность использования этой функции подтверждается для агрегированных уровней рассмотрения – отрасли, страны. Исходя из логики такой функции, основными факторами производства являются труд и капитал. В нашем случае труд – это число занятых



в НИР, а капитал мы оцениваем через затраты на НИР. Кроме того, мы исходим из того, что дополнительным фактором, определяющим производство новых знаний, является объем уже известных знаний. Т.е. здесь к категориям потока (занятость и затраты на НИР) мы добавляем категорию запаса (объем накопленных знаний).

В отрасли новые производящей рыночные товары и услуги осуществляется финансирование технологических инноваций $Z_{ти}$, результатом которых являются технологические инновации. Во-первых, использование новых технологий определяется наличием этих технологий. Во-вторых, внедрение новых технологий подразумевает осуществление затрат, например, на приобретение нового технологического оборудования, способствующие увеличению производительности труда $П_t$ и объема производимой продукции G_t в регионе. Объем товаров и услуг в регионе G_t в текущем периоде мы получаем с учетом коэффициент прироста товаров и услуг в регионе KG .

Производительность труда вместе с численностью занятых в экономике региона, обуславливают динамику ВРП. Экономика должна быть готова воспринять технологии, для этого должны существовать определенные абсорбционные способности, которые можно измерить, в том числе, долей занятых в НИР. Последняя есть отношение эндогенной расчетной величины занятых в НИР к экзогенной переменной занятости в экономике региона.

Цикл модели замыкается тем, что определенная доля ВРП через налоговые поступления в бюджет направляется на финансирование НИР и ТИ. Кроме этого, НИР и ТИ финансируются из внешних источников, прежде всего, средств федерального бюджета – экзогенной переменной модели. Что касается затрат на НИР, то от половины до двух третей (в разные периоды времени) этих затрат финансируется за счет средств федерального бюджета.

Прирост затрат на исследования и разработки за пятилетний период составил 60%, объем выполненных научно-исследовательских работ на 70%, а прирост патентов на изобретения на 2%. Данный факт указывает на низкую эффективность вложенных затрат на НИР.

Модель экспоненциального роста – простейшая модель, из числа примеров системно-динамических моделей. Модель описывается дифференциальным уравнением [7]:

$$\frac{dy}{dt} = k \cdot y \quad (1)$$

Если коэффициент $k > 0$, то уравнение описывает «положительную обратную связь», и функция представляющая решение уравнения экспоненциально растет со временем с показателем k .

Экспоненциальная модель – используется для аппроксимации данных по методу наименьших квадратов в соответствии с уравнением [8]:

$$y = c \cdot e^{bx} \quad (2)$$

Где c и b – константы, e – основание натурального логарифма.

Значение R -квадрат определяется по формуле

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad (3)$$

где

$$SSE = \sum (y_j - \hat{y}_j)^2$$

и

$$SSY = \left(\sum Y_j^2 \right) - \frac{\left(\sum Y_j \right)^2}{n} \quad (4)$$

На основе данных табл. 1 была построена двухпараметрическая экспоненциальная модель основных показателей инновационной активности Кировской области.

Коэффициент детерминации внутренних затрат на исследования и разработки составил $R^2 = 0,9122$, что является неплохой степенью близости к ВРП. Наименьший коэффициент детерминации $R = 0,4996$ составили затраты организаций на технологические инновации, что является не высокой степенью близости к ВРП, но при этом прирост показателя за последние пять лет составил 316%.

Расчет прогнозных показателей позволяет сделать вывод, что на предстоящие 10 лет произойдет значительное увеличение затрат организаций на технологические инновации. Но при этом не наблюдается значительного увеличения ВРП. Этот факт указывает, что затраты на технологические инновации оказывают меньшее влияние на формирование ВРП.

Факторный анализ показывает (табл. 2), что наибольшее влияние на формирование ВРП оказывают внутренние затраты на научные исследования и разработки, с коэффициентом множественной детерминации $R^2 = 0,9621$, а так же объем выполненных научно-технических работ, где R^2 составил 0,9504. Наибольшая доля дисперсии результативного признака показывает влияние независимых переменных на ВРП. В случае, если значение показателя тесноты связи меньше 0,7 величина коэффициента детерминации всегда будет ниже 50%. В нашем случае таким фактором является показатель «Инвестиции в основной капитал по виду деятельности «Научные исследования и разработки»».

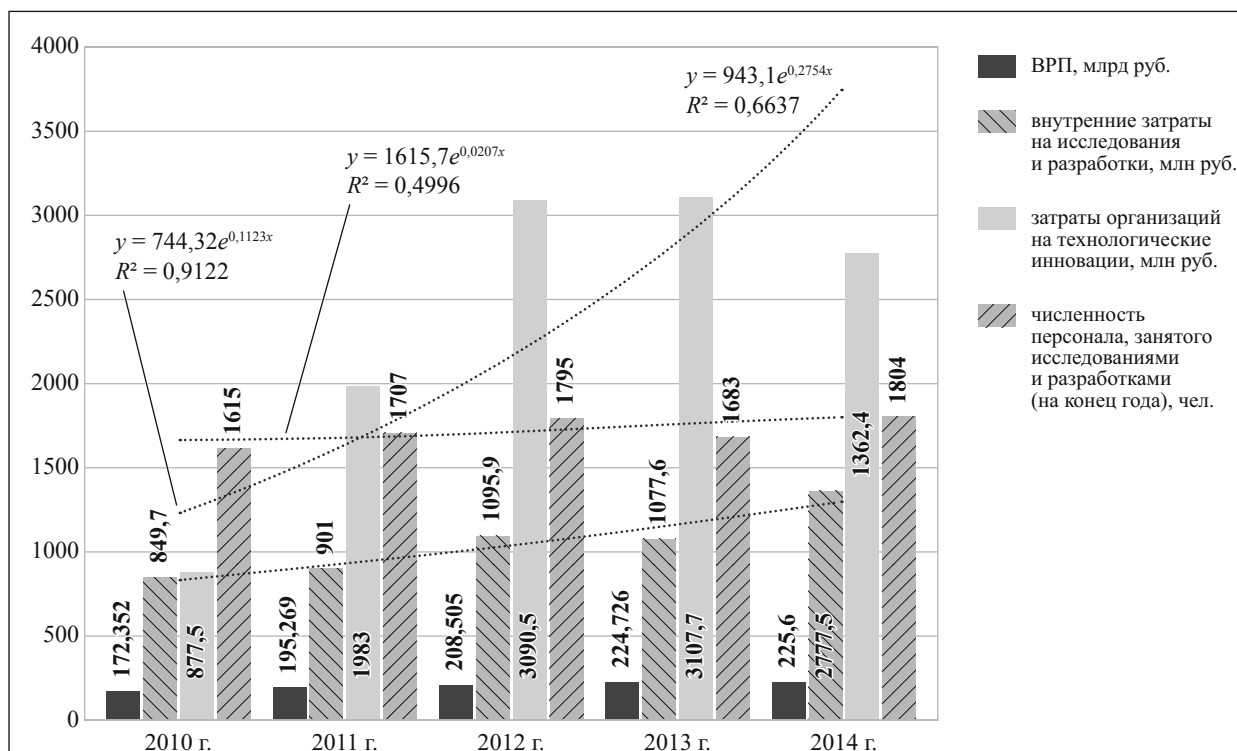


Рис. 4. Экспоненциальный рост показателей инновационной деятельности региона (составлено автором)

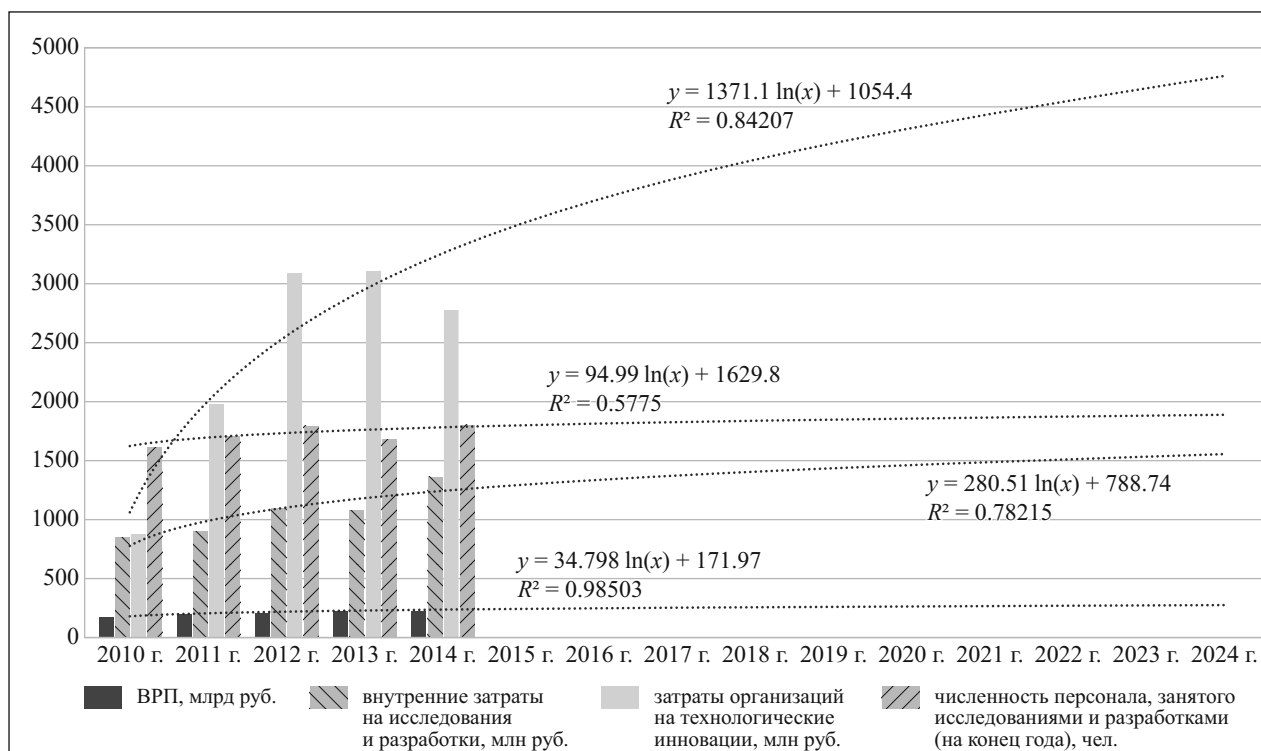


Рис. 5. Десятилетний прогноз инновационной активности Кировской области (составлено автором)

Этот факт указывает на то, что доля вариации факторных признаков будет меньше часть по сравнению с остальными неучтенными в модели факторами, влияющими на изменение результативного показателя ВРП. Построенные при таких условиях регрессионные модели имеют низкое практическое значение.

Основываясь на механизме проверки гипотез, Ефреимсон предложил концепцию «наилучшей» модели. Разработаны различные статистические критерии и методы достижения «наилучшей» модели [9].

Идея «наилучшей» модели не является единственно возможной. В. В. Федоров предложил идею полимодельности, когда различные модели могут отражать различные свойства изучаемого объекта. Н. Дрейпер, Г. Смит подразделяют функциональную модель, модель для управления, модель для предсказания. В. А. Вознесенский [10] предлагает использовать несколько моделей для различных уровней значимости (90 %, 95 %, 99 %) и делать на основе этих моделей, соответственно, рискованные, надежные и очень надежные выводы.

Необходимо затратить известные усилия, чтобы получить регрессионную модель, позволяющую сделать содержательные и надежные прикладные выводы. Под «хорошо интерпретируемой моделью» понимается регрессионная модель вместе с соответствующими прикладными рекомендациями [11, 12]. Качество традиционной регрессионной модели определяется чисто ее статистическими характеристиками, (скажем, чем выше коэффициент множественной детерминации R^2 , тем модель считается лучше) [13, с. 49].

Результаты оценки влияния факторов на развитие инноваций в регионах в различные временные периоды, дают возможность проведения сравнительного анализа и оценки развития инновационной активности исследуемого региона. Дополнительно результаты оценки уровня инновационной активности можно использовать в качестве исходного этапа в процессе разработки стратегии регионального развития.

Литература:

1. Куценко Е. И., Формирование стратегической карты инновационных процессов региональной системы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. №4 (48). С. 200–203.
2. Голубцов А. Н., Батрак В. С., Инновационная политики как инструмент социального и экономического развития [электронный ресурс] // Управление экономическими системами. 2012. № 11. URL: <http://uecs.ru/marketing/item/1694-2012>, (дата обращения 15.05.2016).
3. Механизм взаимообусловленности инноваций и экономического роста [электронный ресурс]. URL: <http://kapital-rus.ru/articles/article/183191/> (дата обращения 15.05.2016).

Табл. 2. Результаты корреляционного анализа «фактор – результирующий признак (валовой региональный продукт)»

Факторы	Коэффициент корреляции
Объем выполненных научно-технических работ	0,9504
Внутренние затраты на исследования и разработки	0,9621
Затраты организаций на технологические инновации	0,8101
Отгружено инновационных товаров	0,7767
Инвестиции в основной капитал по виду деятельности «Научные исследования и разработки»	0,4028

Составлено автором

4. Безручко Б. П., Короновский А. А., Трубецков Д. И., Храмов А. Е. Путь в сенергетику: Экскурс в десяти лекциях. № 24. Изд. 3, испр. М., 2015. 304 с.
5. Ваганова А. С. Моделирование процессов управления системой высшего образования региона [электронный ресурс] // Экономика и современный менеджмент: теория и практика. 2013. № 32. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-protsessov-upravleniya-sistemoy-vysshego-obrazovaniya-regiona> (дата обращения 15.05.2016).
6. Audretsch D. & Feldman M. Knowledge Spillovers and the Geography of Innovation // Handbook of Urban and Regional Economics. 2003. № 4.
7. Примеры системно-динамических моделей [электронный ресурс]. URL: <http://sysdyn.ru/> (дата обращения 15.05.2016).
8. Проценко Е. А. Модель и метод анализа эффективности систем защиты информации сайтов органов власти Российской Федерации: диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. СПб., 2008, 150 с.
9. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. В 2-х книгах. Т.1. М.: Финансы и статистика, 1986, 366 с.
10. Вознесенский В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. М.: Финансы и статистика, 1981. 263 с.
11. Васильев В. В., Ихильчик А. Р. Некоторые вопросы построения хорошо интерпретируемых статистических моделей физико-металлургических процессов / Математическое моделирование металлургических и сварочных процессов. М.: Металлургия, 1986. 129 с.
12. Айвазян С. А., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика. Исследование зависимостей. М.: Финансы и статистика, 1985. 487 с.



Соболева О. Н.

13. Коновалов Ю. В. Статистическое моделирование с использованием регрессионного анализа: Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Компьютерное и статистическое моделирование». М: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013.

References:

1. Kutsenko E. I. The development of the innovative processes strategic map of a regional system // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014. №4 (48). P. 200–203.
2. Golubtsov A. N., Batrak V. S. Innovation policy as a social and economic development tool [e-resource] // *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami*. 2012. № 11. URL: <http://uecs.ru/marketing/item/1694-2012>, (date of reference 15.05.2016).
3. The mechanism of interdependence of innovation and economic growth [e-resource]. URL: <http://kapital-rus.ru/articles/article/183191/> (date of reference 15.05.2016).
4. Bezruchko B. P., Koronovskii A. A., Trubetskov D. I., Khramov A. E. A path to synergy: Excursion in ten lectures. №24. 3d ed. rev. M., 2015. 304 p.
5. Vaganova A. S. Simulation of management processes in the regional system of higher education [e-resource] // *Ekonomika i sovremennyyi management: teoriya i praktik*. 2013. №32. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-protssessov-upravleniya-sistemoy-vysshego-obrazovaniya-regiona> (date of reference 15.05.2016).
6. Audretsch D. & Feldman M. Knowledge Spillovers and the Geography of Innovation // *Handbook of Urban and Regional Economics*. 2003. №4.
7. Examples of system-dynamic models [e-resource]. URL: <http://sysdyn.ru/> (date of reference 15.05.2016).
8. Protsenko E. A. The model and method of effectiveness assessment of the RF Government websites information protection systems: dissertation for the degree of Candidate of technical sciences. SPb., 2008, 150 p.
9. Draper N., Smith H., Applied regression analysis. In 2 books. V.1. M.: Finansy i statistika, 1986, 366 p.
10. Voznessenskii V. A. Statistical methods of experimental design in feasibility studies. M.: Finansy i statistika, 1981. 263 p.
11. Vasiliev V. V., Ikhilchik A. R. Certain issues of building well-interpreted statistical models of physical-metallurgical processes / *Matematicheskoe modelirovanie metallurgicheskikh i svarochnykh processov*. M.: Metallurgiya, 1986. 129 p.
12. Ayvazyan S. A., Enyukov I. S., Meshalkin L. D. Applied statistics. Dependency research. M.: Finansy i statistika, 1985. 487 p.
13. Konovalov Yu. V. Statistical modeling with the use of regression analysis: Guidelines for implementation of student course work on «Computer and Statistical Modeling» discipline. M: Publishing house of the MSTU named after N. E. Bauman, 2013.